

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年2月10日 (10.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/013264 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G11B 5/84, 5/855
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010710
 (22) 国際出願日: 2004年7月28日 (28.07.2004)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2003-283567 2003年7月31日 (31.07.2003) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): TDK
 株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038272
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 Tokyo (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 服部 一博 (HAT-
 TORI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本
 橋一丁目13番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP). 高

井 充 (TAKAI, Mitsuru) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央
 区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内 Tokyo
 (JP). 大川 秀一 (OKAWA, Shuichi) [JP/JP]; 〒1038272
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会
 社内 Tokyo (JP).

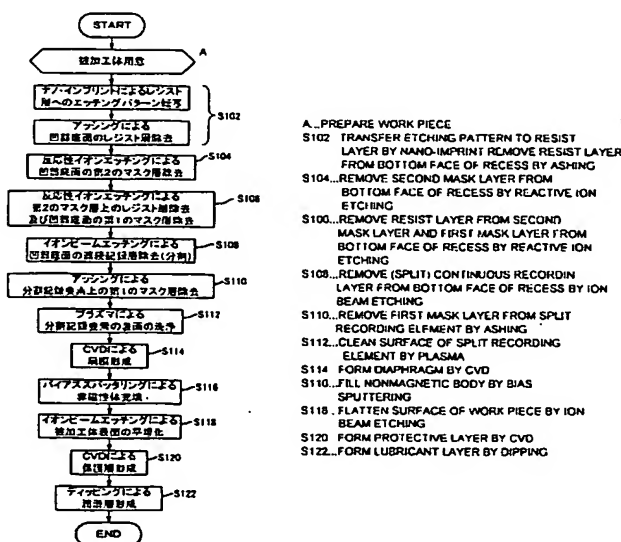
(74) 代理人: 松山 圭佑, 外 (MATSUYAMA, Keisuke et al.);
 〒1510053 東京都渋谷区代々木二丁目10番12号
 南新宿ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
 LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
 NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
 SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
 VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/続葉有/

(54) Title: PRODUCTION PROCESS AND PRODUCTION SYSTEM OF MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 磁気記録媒体の製造方法及び製造装置



(57) Abstract: There is provided a process for efficiently producing a magnetic recording medium having good magnetic characteristics by suppressing deviation in the machining shape and magnetic deterioration of a split recording element. Ion beam etching is employed as a dry etching method of a continuous recording layer (20). A resist layer (26) is removed before dry etching the continuous recording layer (20). Diamond-like carbon is employed as the material of a first mask layer covering the continuous recording layer.

(57) 要約: 分割記録要素の加工形状のずれ、磁気的な劣化を抑制し、良好な磁気特性を有する磁気記録媒体を効率良く製造することができる磁気記録媒体の製造方法等を提供する。連続記録層20のドライエッチング手法としてイオンビームエッチングを用いる。又、レジスト層26を連続記録層20のドライエッチングの前に除去する。連続記録層を被覆する第1のマスク層の材料として、ダイヤモンドライクカーボンを用いる。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

磁気記録媒体の製造方法及び製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体の製造方法及び製造装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、ハードディスク等の磁気記録媒体は、記録層を構成する磁性粒子の微細化、材料の変更、ヘッド加工の微細化等の改良により著しい面記録密度の向上が図られており、今後も一層の面記録密度の向上が期待されている。

[0003] しかしながら、ヘッドの加工限界、磁界の広がり起因するサイドフリンジ、クロストーク等の問題が顕在化し、従来の改良手法による面記録密度の向上は限界にきており、一層の面記録密度の向上を実現可能である磁気記録媒体の候補として、例えば、特開平9-97419号公報に示されるような、連続記録層を多数の分割記録要素に分割してなるディスクリットタイプの磁気記録媒体が提案されている。

[0004] 連続記録層の微細な分割を実現する加工技術としては、例えば、特開平12-322710号公報に示されるような、イオンビームエッチング、 NH_3 (アンモニア) ガス等の含窒素ガスが添加されたCO (一酸化炭素) ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチング等のドライエッチングの手法を利用しうる。

[0005] 尚、ドライエッチングのマスク層を所定のパターンに加工する手法としてはレジスト層を用いたリソグラフィ等の半導体製造の分野で用いられている手法を利用しうる。

発明の開示

[0006] しかしながら、反応性イオンエッチング等の従来のドライエッチングの手法を用いることで、連続記録層を微細なパターンで多数の分割記録要素に分割することはできても、磁気記録媒体上の部位により分割記録要素の加工精度がばらついたり分割記録要素が過度に加熱されて磁氣的に劣化することがある。又、分割記録要素の周縁部に沿ってバリのような段部が形成されたり、側面がテーパ形状の分割記録要素が形成され、所望の加工形状と、実際の加工形状と、の間に、一定のずれが生じることがある。このような磁氣的劣化や分割記録要素の加工形状のずれのために、所望の

磁気特性が得られないことがある。

- [0007] 例えば、反応性イオンエッチングは、被加工体の端部近傍でプラズマの分布が不安定となる傾向があり、端部近傍で分割記録要素の加工精度が低くなりやすい傾向がある。
- [0008] 又、磁性材の加工に用いられるCO(一酸化炭素)ガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングは大きなバイアスパワーを要し、被加工体が高温になりやすいため、分割記録要素が過度に加熱されて磁氣的に劣化することがある。
- [0009] 尚、冷却機構を設けることで、分割記録要素の過度の加熱を防止しうるが、製造装置の構造が複雑となり、コスト高であると共に、被加工体の周縁近傍でプラズマの分布が不安定となる傾向があるため、温度分布が不均一になりやすく、被加工体の均一な冷却が困難である。
- [0010] 又、磁気記録媒体の量産を図るためには、複数の被加工体を並べて配置し、同時に加工することが望ましいが、冷却機構は一般的にESC(静電チャック)やバイアス印加機構を備えているため、複数の被加工体を並べて配置した場合、このような冷却機構を設けること自体がスペース、加工精度等の事情により困難であり、被加工体の冷却を必要とする反応性イオンエッチングを用いて複数の被加工体を同時処理し、ディスクリットタイプの磁気記録媒体を量産することは困難であった。
- [0011] これに対し、イオンビームエッチングを用いれば以上の問題を解決しうるが、イオンビームエッチングを用いた場合、分割記録要素の周縁部に沿ってバリのような段部が形成されやすいという問題がある。
- [0012] より詳細に説明すると図22Aに示されるように連続記録層100におけるマスク102から露出した部分をイオンビームエッチングで加工する場合、連続記録層100の除去と、除去された粒子の一部のマスク102の側面102A等への再付着と、が繰返され、再付着物は量が少なければイオンビームで逐次除去されるが、量が多いと図22Bに示されるように一部がマスク102の側面102Aに堆積し、結果的に図22Cに示されるように分割記録要素104の周縁部に段部106が形成されることになる。この現象はドライエッチング一般に関して発生しうるが、特にイオンビームエッチングで顕著である。尚、この現象を抑制するために被加工体の表面の法線に対して傾斜した方向か

らイオンビーム等を照射することにより加工部側面等から再付着物を効率良く除去する手法が知られているが、ディスクリットタイプの磁気記録媒体のようにパターンが微細である場合には有効ではない。

- [0013] 又、ドライエッチングを用いた場合、図23Aに示されるように側面200Aが垂直に近い理想的な形状の分割記録要素200を形成することは困難で、実際には図23Bに示されるように側面200Aがテーパ形状の分割記録要素200が形成されていた。
- [0014] より詳細に説明すると、ドライエッチングでは、一部のガスが被加工体に対して垂直方向から若干傾斜して接近し、エッチング対象領域の端部はマスク202から露出しているにもかかわらず傾斜して接近するガスに対してマスク202の陰となるため、他の部分よりもエッチングの進行が遅れ、分割記録要素200の側面200Aがテーパ形状に加工されると考えられる。
- [0015] 本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであって、分割記録要素の加工形状のずれ、磁気的な劣化を抑制し、良好な磁気特性を有する磁気記録媒体を効率良く製造することができる磁気記録媒体の製造方法及び製造装置を提供することをその課題とする。
- [0016] 本発明は、連続記録層のドライエッチング手法としてイオンビームエッチングを用いることで被加工体の端部近傍における連続記録層の加工精度の低下を抑制すると共に連続記録層の加工温度を抑制し、分割記録要素の磁気的な劣化を防止又は低減するものである。
- [0017] 又、本発明は、連続記録層を被覆するマスク層上のレジスト層を連続記録層のドライエッチングの前に除去することにより連続記録層上の被覆要素を薄くして、周縁部の段部の形成、分割記録要素の側面のテーパ角、を抑制し、分割記録要素の加工精度を向上させるものである。
- [0018] 尚、連続記録層を被覆するマスク層の材料としては、イオンビームエッチングに対してエッチングレートが低く、それだけ薄く形成できるという点及び加工形状の制御が比較的容易であるという点でダイヤモンドライクカーボンを用いることが好ましい。
- [0019] ここで、本明細書において「ダイヤモンドライクカーボン(以下、「DLC」という)」という用語は、炭素を主成分とし、アモルファス構造であって、ビッカース硬度測定で200

〜8000kgf/mm²程度の硬さを示す材料という意義で用いることとする。

[0020] 又、本明細書において、「イオンビームエッチング」という用語は、例えばイオンミリング等の、イオン化したガスを被加工体に照射して除去する加工方法の総称という意義で用いることとし、イオンビームを絞って照射する加工方法に限定しない。

[0021] 更に、本明細書において「磁気記録媒体」という用語は、情報の記録、読み取りに磁気のみを用いるハードディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気テープ等に限定されず、磁気と光を併用するMO (Magneto Optical) 等の光磁気記録媒体、磁気と熱を併用する熱アシスト型の記録媒体も含む意義で用いることとする。

[0022] 即ち、次のような本発明により、上記課題の解決を図ったものである。

(1) 基板表面上に連続記録層、マスク層、レジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、前記レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、前記マスク層上の前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程と、前記マスク層に基づいてドライエッチングにより前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含んでなり、前記連続記録層加工工程の前に前記レジスト層除去工程を実行するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[0023] (2) 前記マスク層は、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層を含む構成とし、この層を前記連続記録層よりも薄く形成したことを特徴とする前記(1)の磁気記録媒体の製造方法。

[0024] (3) 前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の厚さ t を、 $3 \leq t \leq 15\text{nm}$ としたことを特徴とする前記(1)又は(2)の磁気記録媒体の製造方法。

[0025] (4) 前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の厚さ t を、 $3 \leq t \leq 10\text{nm}$ としたことを特徴とする前記(1)又は(2)の磁気記録媒体の製造方法。

[0026] (5) 前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の材料をダイヤモンドライクカーボンとしたことを特徴とする前

記(2)乃至(4)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

- [0027] (6)前記連続記録層加工工程は、イオンビームエッチングを用いて前記連続記録層を加工するようにしたことを特徴とする前記(1)乃至(5)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。
- [0028] (7)前記マスク層は、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い第1のマスク層と、前記レジスト層除去工程におけるエッチングレートが前記第1のマスク層よりも低く、前記第1のマスク層及び前記レジスト層の間に配置された第2のマスク層と、を含む構成とし、前記マスク層加工工程は、前記レジスト層に基づいて前記第2のマスク層を前記パターン形状に加工する第2のマスク層加工工程と、該第2のマスク層に基づいて前記第1のマスク層を前記パターン形状に加工する第1のマスク層加工工程と、を含む構成としたことを特徴とする前記(1)乃至(6)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。
- [0029] (8)前記レジスト層除去工程が前記第1のマスク層加工工程を兼ねるようにしたことを特徴とする前記(7)の磁気記録媒体の製造方法。
- [0030] (9)前記レジスト層除去工程は、酸素及びオゾンのいずれかを反応ガスとする反応性イオンエッチングを用いて前記レジスト層を除去すると共に前記マスク層を加工するようにしたことを特徴とする前記(8)の磁気記録媒体の製造方法。
- [0031] (10)前記連続記録層加工工程で前記第1のマスク層上の前記第2のマスク層が除去されるように、該第2のマスク層は、膜厚が十分に薄い構成、及び／又は材料が前記連続記録層加工工程において前記連続記録層の材料よりも高いエッチングレートを有する材料である構成としたことを特徴とする前記(8)又は(9)の磁気記録媒体の製造方法。
- [0032] (11)前記第2のマスク層の材料をケイ素及びケイ素の化合物の少なくとも一方からなるケイ素系材料としたことを特徴とする前記(8)乃至(10)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。
- [0033] (12)前記第2のマスク層加工工程は、フッ素系ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを用いて前記第2のマスク層を加工するようにしたことを特徴とする前記(8)乃至(11)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

- [0034] (13)前記レジスト層加工工程は、インプリント法を用いて前記レジスト層を加工するようにしたことを特徴とする前記(1)乃至(12)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。
- [0035] (14)前記被加工体を複数同時に加工するようにしたことを特徴とする前記(1)乃至(13)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。
- [0036] (15)基板表面上に連続記録層、マスク層、レジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、前記レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、前記マスク層上の前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程と、前記マスク層に基づいてイオンビームエッチングにより前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含んでなり、前記連続記録層加工工程の前に前記レジスト層除去工程を実行するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [0037] (16)前記(1)乃至(15)のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法を実行するための加工装置と、複数の前記被加工体を同時に保持するためのホルダと、を備え、複数の前記被加工体を同時に加工可能としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [0038] (17)前記連続記録層を加工するためのイオンビームエッチング装置を備えることを特徴とする前記(16)の磁気記録媒体の製造装置。
- [0039] 本発明によれば、分割記録要素の加工形状のずれ、分割記録要素の磁気的な劣化を抑制し、良好な磁気特性の磁気記録媒体を効率良く確実に製造することが可能となるという優れた効果がもたらされる。

図面の簡単な説明

- [0040] [図1]本発明の実施形態に係る磁気記録媒体の加工出発体である被加工体の構造を模式的に示す側断面図
- [図2]同被加工体を加工して得られる磁気記録媒体の構造を模式的に示す側断面図
- [図3]同磁気記録媒体を加工するための製造装置の構造を模式的に示すブロック図

[図4]同製造装置に備えられたホルダの構造の概略を示す斜視図

[図5]同製造装置に備えられた反応性イオンエッチング装置の構造を模式的に示す側面図

[図6]同製造装置に備えられたイオンビームエッチング装置の構造を模式的に示す側面図

[図7]磁気記録媒体の製造工程を示すフローチャート

[図8]レジスト層に分割パターンが転写された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図9]溝底面のレジスト層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図10]凹部底面の第2のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図11]溝底面の第1のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図12]分割記録要素が形成された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図13]分割記録要素上から第1のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図14]分割記録要素の間に非磁性体が充填された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図15]分割記録要素及び非磁性体の表面が平坦化された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図16]本発明の実施例の磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真

[図17]同磁気記録ディスク及び比較例1の磁気記録ディスクの端部からの距離と連続記録層のエッチングレートとの関係を示すグラフ

[図18]同磁気記録ディスクのMFM像

[図19]比較例1の磁気記録ディスクのMFM像

[図20]比較例2の磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写

真

[図21]比較例3の磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真

[図22A]従来のドライエッチングによる連続記録層の加工のために連続記録層がマスクで部分的に被覆された状態を模式的に示す側断面図

[図22B]同マスク側面への粒子の堆積過程を模式的に示す側断面図

[図22C]形成された記録要素及びその周縁部の段部を模式的に示す側断面図

[図23A]従来のドライエッチングによる分割記録要素の理想的な形成過程を模式的に示す側断面図

[図23B]従来のドライエッチングによる分割記録要素の実際の形成過程を模式的に示す側断面図

発明を実施するための最良の形態

[0041] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0042] 本実施形態は、磁気記録媒体の加工出発体である図1に示されるような被加工体にドライエッチング等の加工を施し、図2に示されるような所定のラインアンドスペースパターン及びコンタクトホールを含むサーボパターン(図示省略)の形状に連続記録層を加工して多数の分割記録要素に分割する磁気記録媒体の製造方法に関するものであり、連続記録層の加工手法の他、連続記録層を被覆するマスク層、レジスト層の材料及びその加工方法等に特徴を有している。又、本実施形態は、これら連続記録層の加工手法等を実施し、磁気記録媒体を量産するための磁気記録媒体の製造装置に特徴を有している。他の構成については従来の磁気記録媒体の製造方法、製造装置と同様であるので説明を適宜省略することとする。

[0043] 被加工体10は、中心孔を有する略円板形状(図示省略)であり、図1に示されるように、ガラス基板12に、下地層14、軟磁性層16、配向層18、連続記録層20、第1のマスク層22、第2のマスク層24、レジスト層26がこの順で形成された構造とされている。

[0044] 下地層14の材料はCr(クロム)又はCr合金、軟磁性層16の材料はFe(鉄)合金又はCo(コバルト)合金、配向層18の材料はCoO、MgO、NiO等、連続記録層20の

材料はCo(コバルト)合金である。又、第1のマスク層22の材料はDLC、第2のマスク層24の材料はSi(ケイ素)、レジスト層26の材料はネガ型レジスト(NEB22A 住友化学工業株式会社製)である。

[0045] 図2に示されるように、磁気記録媒体30は垂直記録型のディスクリットタイプの磁気ディスクで、前記連続記録層20がトラックの径方向に微細な間隔で多数の分割記録要素31に分割されると共に、分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32が充填され、分割記録要素31及び非磁性体32に保護層34、潤滑層36がこの順で形成された構造とされている。尚、分割記録要素31と非磁性体32の間には隔膜38が形成されている。

[0046] 非磁性体32の材料は SiO_2 (二酸化ケイ素)、保護層34及び隔膜38の材料はいずれも前述のDLCと呼称される硬質炭素膜、潤滑層36の材料はPFPE(パーフロポリエーテル)である。

[0047] 図3に示されるように、磁気記録媒体の製造装置40は、転写装置42と、アッシング装置44と、反応性イオンエッチング装置46及び48と、イオンビームエッチング装置50と、アッシング装置52と、ドライ洗浄装置54と、隔膜形成装置56と、非磁性体充填装置58と、平坦化装置60と、保護層形成装置62と、潤滑層36を形成するための潤滑層形成装置64と、を備えている。

[0048] 又、製造装置40は、アッシング装置44、反応性イオンエッチング装置46、48、イオンビームエッチング装置50、アッシング装置52、ドライ洗浄装置54、隔膜形成装置56、非磁性体充填装置58、平坦化装置60及び保護層形成装置62を収容して被加工体10の周囲を真空状態に保持するための真空保持装置66を備えている。

[0049] 更に、製造装置40は、複数の被加工体10を同時に保持するための図4に示されるようなホルダ68と、ホルダ68を自動搬送するための図示しない自動搬送装置と、を備え、複数の被加工体10を同時に加工可能とされている。

[0050] 転写装置42は、リソグラフィ等で作成された型(図示省略)をレジスト層26にプレスしてレジスト層26に所定のパターンを転写し、溝を形成するためのナノ・インプリント法を用いたプレス装置である。

[0051] アッシング装置44は、酸素、オゾン又はそれらのガスのプラズマを用いたアッシング

によりナノ・インプリント時に残存した溝底面のレジスト層26を除去するように構成されている。

- [0052] 反応性イオンエッチング装置46は、 CF_4 (4フッ化炭素)ガス又は SF_6 (6フッ化硫黄)ガス等のフッ素系ガスを反応性ガスとする反応性イオンエッチングにより溝底面の第2のマスク層24を除去するように構成されている。
- [0053] 具体的には図5に示されるように、反応性イオンエッチング装置46はヘリコン波プラズマ方式であり、拡散チャンバー46Aと、拡散チャンバー46A内にホルダ68を載置するためのESC(静電チャック)ステージ電極46Bと、プラズマを発生するための石英製ベル・ジャー46Cと、を備えている。
- [0054] ESCステージ電極46Bにはバイアス電圧を印加するためのバイアス電源46Dが結線されている。尚、バイアス電源は、周波数が1.6MHzの交流電源である。
- [0055] 石英製ベル・ジャー46Cは下端が拡散チャンバー46A内に開口し、下部近傍には反応ガスを給気するための給気孔46Eが設けられている。又、石英製ベル・ジャー46Cの周囲には、電磁コイル46Fと、アンテナ46Gが配設され、アンテナ46Gにはプラズマ発生電源46Hが結線されている。尚、プラズマ発生電源46Hは、周波数が13.56MHzの交流電源である。
- [0056] 反応性イオンエッチング装置48は、酸素又はオゾンを経反応性ガスとする反応性イオンエッチングにより溝以外の領域のレジスト層26を除去すると共に、溝底面の第1のマスク層を除去するように構成されている。尚、反応性イオンエッチング装置48は上記反応性イオンエッチング装置46に対し、反応ガスの種類が異なるのみで構造は同様である。
- [0057] イオンビームエッチング装置50は、Ar(アルゴン)ガスを用いたイオンビームエッチングにより溝底面の連続記録層20を除去して多数の分割記録要素31に分割するように構成されている。
- [0058] 具体的にはイオンビームエッチング装置50は、図6に示されるように、真空チャンバー50Aと、真空チャンバー50A内にホルダ68を載置するためのESC(静電チャック)ステージ電極50Bと、イオンを発生してステージ電極50Bに照射するためのイオンガン50Cと、イオンガン50Cにアルゴンガスを供給するためのガス供給部50Dと、イオ

ンガン50Cにビーム電圧を印加するための電源50Eと、を備えている。尚、真空チャンバー50Aには、アルゴンガスを排出するための排出孔50Fが設けられている。

- [0059] イオンガン50Cは、電源50Eに結線された陽極50Gと、陰極50Hと、を備えている。陰極50Hには多数の微細孔50Jが設けられており、該微細孔50Jからイオン化したアルゴンガスを放出・照射するように構成されている。
- [0060] アッシング装置52は、酸素、オゾン又はそれらのガスのプラズマを用いたアッシングにより分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22を除去するように構成されている。
- [0061] ドライ洗浄装置54は、プラズマを用いて分割記録要素31の周囲の異物を除去するように構成されている。
- [0062] 隔膜形成装置56は、分割記録要素31にDLCの隔膜38をCVD (Chemical Vapor Deposition) により形成するためのCVD装置である。
- [0063] 非磁性体充填装置58は、バイアススパッタリングにより SiO_2 の非磁性体32を分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32を充填するためのバイアススパッタリング装置である。
- [0064] 平坦化装置60は、Arガスを用いたイオンビームエッチングにより媒体表面を平坦化するためのイオンビームエッチング装置である。
- [0065] 保護層形成装置62は、DLCの保護層34をCVD法により分割記録要素31及び非磁性体32に形成するためのCVD装置である。
- [0066] 潤滑層形成装置64は、PFPEの潤滑層36を保護層34にディッピングにより塗布するためのディッピング装置である。
- [0067] 真空保持装置66は、真空槽70と、該真空槽70に連通する真空ポンプ72と、を有して構成されている。
- [0068] ホルダ68は、略円板形状で導電性を有し、被加工体10が遊嵌して保持される複数の円形凹部68Aが形成されている。各円形凹部68Aの中心近傍には円形段部68Bが形成されており、中心孔を有する被加工体10が内周及び外周において遊嵌するように構成されている。
- [0069] 次に、図7に示されるフローチャート等を参照して磁気記録媒体の製造装置40の

作用について説明する。

- [0070] まず、被加工体10を用意する。被加工体10はガラス基板12に、下地層14を30ー2000nmの厚さで、軟磁性層16を50ー300nmの厚さで、配向層18を3ー30nmの厚さで、連続記録層20を5ー30nmの厚さで、第1のマスク層22を3ー20nmの厚さで、第2のマスク層24を3ー15nmの厚さで、この順でスパッタリングにより形成し、更にレジスト層26を30ー300nmの厚さで、スピコート又はディッピングにより形成して得られる。尚、第1のマスク層22は連続記録層20よりも薄く形成することが好ましい。例えば、連続記録層20を20nm程度の厚さに形成した場合、第1のマスク層22を15nm以下の厚さに形成することが好ましい。
- [0071] この被加工体10のレジスト層26に転写装置42を用いて、図8に示されるような分割記録要素31の分割パターンに相当する溝をインプリント法により転写する。このようにインプリント法を用いることで、分割パターンに相当する溝を被加工体10に効率良く転写することができる。尚、リソグラフィ等により、被加工体10に分割パターンに相当する溝を転写することも当然可能である。このように溝を形成した複数の被加工体10をホルダ68に装着し、真空槽70内に搬入する。搬入されたホルダ68は図示しない搬送装置により、真空槽70内の各加工装置に自動搬送され、複数の被加工体10が同時に加工される。
- [0072] まず、アッシング装置44が、図9に示されるように溝底面のレジスト層26を除去する(S102)。尚、レジスト層26は溝以外の領域も除去されるが、溝底面との段差の分だけ残存する。
- [0073] 次に、反応性イオンエッチング装置46が、図10に示されるように溝底面の第2のマスク層24を除去する(S104)。尚、この際第1のマスク層22も微少量除去される。又、溝以外の領域のレジスト層26も若干除去されるが残存する。尚、第2のマスク層24の加工には、反応性ガスとしてフッ素系ガスを用いているので、反応性ガスとして塩素系ガスを用いる場合のように、水等を用いたウェット洗浄を必ずしも必要とせず、後述するようにドライ洗浄で足りる。従って、被加工体10の加工工程を総てドライ工程とすることが可能となり生産効率の向上に寄与する。
- [0074] 次に、反応性イオンエッチング装置48が、溝底面の第1のマスク層22を除去すると

共に、図11に示されるように溝以外の領域のレジスト層26を除去する(S106)。又、溝以外の領域の第2のマスク層24も若干除去されるが大部分が残存する。第1のマスク層22は材料がDLC、レジスト層26は材料が樹脂のレジスト材料であり、いずれも酸素を反応ガスとする反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが高いので、このように、溝底面の第1のマスク層22の除去及び溝以外の領域のレジスト層26の除去を同時に行うことができ、生産効率がよい。

- [0075] 尚、酸素を反応ガスとする反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが低いケイ素を材料とする第2のマスク層24が第1のマスク層22の上に形成されているので、溝以外の領域の第1のマスク層22は良好な形状で残存する。
- [0076] このように、第1のマスク層22及び第2のマスク層24の2層のマスク層を設けることで、マスク材料、反応ガスの種類の選択幅を広げることができる。
- [0077] 次に、イオンビームエッチング装置50が、図12に示されるように溝底面の連続記録層20を除去し、これにより連続記録層20が多数の分割記録要素31に分割され、分割記録要素31の間に溝部33が形成される(S108)。
- [0078] ここで、溝以外の領域の第2のマスク層24は完全に除去され、溝以外の領域の第1のマスク層22も大部分が除去されるが微量が分割記録要素31の上面に残存する。
- [0079] 第1のマスク層22は材料がDLCであるためイオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20よりも低く、それだけ膜厚が薄くて足りる。又、第2のマスク層24は材料がケイ素であるためイオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20よりも高いため短時間で除去される。尚、レジスト層除去工程、兼第1のマスク層加工工程(S106)において残存できる範囲で第2のマスク層24を極力薄く形成すれば、イオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20と同等又は連続記録層20よりも低い材料を用いた場合も、短時間で第2のマスク層を除去することが可能である。更に、第2のマスク層24上のレジスト層26は既に除去されている。即ち、連続記録層20を被覆する被覆要素は実質的に薄くなっているため、被加工体10の表面の法線に対して傾斜した方向から照射されるイオンビームの陰となる部分が小さく、分割記録要素31の側面のテーパ角をそれだけ抑制することが

できる。

- [0080] 又、連続記録層20を被覆する被覆要素が薄いため、イオンビームエッチングにおいて被覆要素の側面の再付着物がそれだけ少なく、分割記録要素31の周縁部におけるエッジ状の段部の発生を防止又は低減することができる。尚、分割記録要素31上の第1のマスク層の残存量が極力少なくなるように第1のマスク層の膜厚、イオンビームエッチングの設定条件等を調整すれば、それだけ第1のマスク層の側面の再付着物を低減し、分割記録要素31の周縁部におけるエッジ状の段部の発生を更に抑制することができる。
- [0081] 又、イオンビームエッチングは、反応性イオンエッチングに対し、加工精度が被加工体10の形状に依存しにくく、複数の被加工体10の全領域を均一に高精度で加工することができる。
- [0082] 又、イオンビームエッチングは、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングよりも加工温度が低いので過度の加熱による分割記録要素31の磁氣的劣化を防止又は低減することができる。
- [0083] 又、イオンビームエッチングは、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングよりも磁性材料に対するエッチングの進行が速く、生産効率がよい。
- [0084] 尚、連続記録層20の加工において、配向層18も若干除去されうる。
- [0085] 次に、アッシング装置52が、分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22を、図13に示されるように完全に除去する(S110)。
- [0086] ここで、ドライ洗浄装置54を用いて分割記録要素31の表面の異物を除去する(S112)。
- [0087] 次に、図14に示されるように、隔膜形成装置56が、分割記録要素31にDLCの隔膜38を1〜20nmの厚さで成膜し(S114)、更に非磁性体充填装置58が、分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32を充填する(S116)。ここで、非磁性体32は隔膜38を完全に被覆するように成膜する。尚、分割記録要素31は隔膜38で被覆・保護されているので、非磁性体32のバイアススパッタリングにより劣化することがない。
- [0088] 次に、平坦化装置60が、非磁性体32を、図15に示されるように分割記録要素31の上面まで除去し、分割記録要素31及び非磁性体32の表面を平坦化する(S118)

。この際、高精度な平坦化を行うためにはArイオンの入射角は -10° ～ 15° の範囲とすることが好ましい。一方、非磁性体充填工程で分割記録要素31及び非磁性体32の表面の良好な平坦性が得られていれば、Arイオンの入射角は 30° ～ 90° の範囲とするとよい。このようにすることで、加工速度が速くなり、生産効率を高めることができる。ここで「入射角」とは、被加工体の表面に対する入射角度であって、被加工体の表面とイオンビームの中心軸とが形成する角度という意義で用いることとする。例えば、イオンビームの中心軸が被加工体の表面と平行である場合、入射角は 0° である。尚、分割記録要素31上の隔膜38は完全に除去してもよいし、一部を残してもよいが、分割記録要素31の上面の非磁性体32は完全に除去する。

- [0089] 次に、保護層形成装置62が、CVD法により分割記録要素31及び非磁性体32の上面に1～5nmの厚さでDLCの保護層34を形成する(S120)。ここで、ホルダ68を真空槽70から搬出し、ホルダ68から各被加工体10を取外す。
- [0090] 更に、潤滑層形成装置64を用いてディッピングにより保護層34の上に1～2nmの厚さでPFPEの潤滑層36を塗布する(S122)。これにより、前記図2に示される磁気記録媒体30が完成する。
- [0091] 以上のように、連続記録層20の加工にイオンビームエッチングを用いることで、磁氣的劣化を抑制しつつ被加工体を均一に高精度で加工することができる。更に、連続記録層20の加工温度が高い場合、磁氣的劣化を制限するために冷却機構が必要である一方、前述のように複数の被加工体を同時に加工する場合、スペース、加工精度等の事情によりESC(静電チャック)やバイアス印加機構を備えた冷却機構を設けること自体が困難であるが、連続記録層20の加工にイオンビームエッチングを用いることで連続記録層20の加工温度を低減することができ、冷却機構の設置が不要となる。これにより、複数の被加工体を同時に高精度で加工することが可能となり、効率よくディスクリットタイプの磁気記録媒体を量産することができる。
- [0092] 又、連続記録層20上の被覆要素を実質的に薄くすることで、分割記録要素を良好な形状に加工することができる。
- [0093] 更に、第1のマスク層の材料としてDLCを用いることで、膜厚を薄くし、分割記録要素の加工精度を一層高めることができる。

- [0094] 又、被加工体10の周囲が真空中に保持された状態で分割記録要素31の形成等が行われるので加工による酸化、腐食等の分割記録要素31の劣化を防止することができる。
- [0095] 又、総ての工程がドライ工程であるのでウェット工程とドライ工程とを併用する製造工程に対して被加工体の搬送等が容易であり、磁気記録媒体の製造装置40はこの点でも生産効率がよい。
- [0096] 尚、本実施形態において、連続記録層20の加工の後に、第1のマスク層22を除去しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、第1のマスク層22を除去することなく保護層34の一部として活用してもよい。
- [0097] 又、本実施形態において、第1のマスク層22の材料としてDLCを用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、イオンビームエッチングに対するエッチングレートが低い材料であれば第1のマスク層22の材料は他の材料としてもよい。
- [0098] 又、本実施形態において、第1のマスク層22及び第2のマスク層24の2層のマスク層を連続記録層20上に形成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、エッチング条件を適宜設定し、第1のマスク層22の材料としてイオンビームエッチングに対するエッチングレートが低く、且つ、レジスト層除去工程に対するエッチングレートが低い材料を選択すれば、第2のマスク層は省略し、1層構造のマスク層としてもよい。
- [0099] 又、本実施形態において、反応性イオンエッチングを用いて溝以外の領域に残存するレジスト層26を除去しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のドライエッチングの手法を用いてレジスト層26を除去してもよく、又、溶解液中でレジスト層を溶解させて除去するようにしてもよい。この場合、第1のマスク層22の材料として該溶解液に対するエッチングレートが低い材料を選択すれば、第2のマスク層は省略し、1層構造のマスク層としてもよい。
- [0100] 又、本実施形態において、連続記録層20の下に下地層14、軟磁性層16が形成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、連続記録層20の下層の構成は、磁気記録媒体の種類に応じて適宜変更すればよい。例えば、下地層14、軟磁性層16のいずれか一方を省略してもよい。又、基板上に連続記録層を直接形成

してもよい。

- [0101] 又、本実施形態において、連続記録層20の加工にイオンビームエッチングを用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のドライエッチングの手法を用いて連続記録層を加工する場合も、連続記録層の加工前にマスク層上のレジスト層を除去する等の処理を行い、連続記録層上の被覆要素を実質的に薄くすることで、分割記録要素の加工精度を高める一定の効果が得られる。
- [0102] 又、本実施形態において、磁気記録媒体30は分割記録要素31がトラックの径方向に微細な間隔で並設した垂直記録型のディスクリットタイプの磁気ディスクであるが、本発明はこれに限定されるものではなく、分割記録要素がトラックの周方向(セクタの方向)に微細な間隔で並設された磁気ディスク、トラックの径方向及び周方向の両方向に微細な間隔で並設された磁気ディスク、分割記録要素が螺旋形状をなす磁気ディスクの製造についても本発明は当然適用可能である。又、MO等の光磁気ディスク、磁気と熱を併用する熱アシスト型の記録ディスク、更に、磁気テープ等ディスク形状以外の他のディスクリットタイプの磁気記録媒体の製造に対しても本発明は適用可能である。
- [0103] 又、本実施形態において、磁気記録媒体の製造装置40は、各工程に応じた個別の加工装置を備えているが、本発明はこれに限定されるものではなく、1台の装置で複数の工程の加工を行うようにしてもよい。例えば、溝底面のレジスト層26を除去する工程と、分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22を除去する工程は、共通のアッシング装置で行うようにしてもよい。又、連続記録層20の加工工程と、分割記録層31及び非磁性体32の平坦化工程はArガスを用いた共通のイオンビームエッチング装置で行うようにしてもよい。又、第2のマスク層24の加工と、第1のマスク層22の加工及びレジスト層26の除去と、を共通の反応性イオンエッチング装置を用いて、反応ガスを換えて行うようにしてもよい。このようにすることで、製造装置のコンパクト化、低コスト化を図ることができる。

実施例

- [0104] 上記実施形態により、磁気記録ディスクを作製した。尚、連続記録層20の厚さは約20nm、第1のマスク層22の厚さは約10nm、第2のマスク層24の厚さは約5nm、レ

ジスト層26の厚さは約100nmとした。

[0105] 第2のマスク層24、第1のマスク層22、連続記録層20の加工における被加工体10の加工温度、加工に要した時間は次のとおりであった。

[0106] 第2のマスク層24: 50℃以下、約5秒(反応ガスSF₆)
第1のマスク層22: 50℃以下、約10秒(反応ガスO₂)
連続記録層20 : 約120℃以下、約30秒(Arイオンビーム)

図16は、同磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真である。各分割記録要素の周縁部にエッジ状の段部は形成されておらず、各分割記録要素の側面のテーパ角も抑制され、良好な形状に加工されていることが確認された。

[0107] 又、連続記録層における磁気記録ディスクの端部からの距離とエッチングレートとの関係を図17に符号Aを付した曲線で示す。連続記録層のエッチングレートは微小なばらつきはあるものの、端部からの距離の大小により増減する傾向は認められなかった。尚、図17は、エッチングの進行が最も速い部位のエッチングレートを1として、各部位の相対的なエッチングレートを0～1の範囲で示したものであり、エッチングの進行速度の絶対値を示すものではない。

[0108] 又、レジスト層26、第1のマスク層22、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅(溝幅)を表1に示す。尚、レジスト層26の底面のライン幅及びスペース幅は、レジスト層加工工程(S102)後、且つ、第2のマスク層加工工程(S104)前に測定した。又、第1のマスク層22の底面のライン幅及びスペース幅は、レジスト層除去工程兼第1のマスク層加工工程(S106)後、且つ、連続記録層加工工程(S108)前に測定した。又、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅は、連続記録層加工工程(S108)後、且つ、第1のマスク層除去工程(S110)前に測定した。

[0109] 又、図18は、同磁気記録ディスクのMFM像である。濃淡の度合いが異なる微細な斑点状の領域が均一に混在しており、磁気特性が良好であることが確認された。

[0110] [表1]

	実施例		比較例 1	
	ライン幅 (nm)	スペース幅 (nm)	ライン幅 (nm)	スペース幅 (nm)
レジスト層底面	75	75	75	75
第1のマスク層底面	78	72	92	58
分割記録要素底面	80	70	101	49

[0111] [比較例1]

上記実施例に対し、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングで連続記録層20を加工した。第1のマスク層22の材料はTa(タンタル)として厚さは約25nmとし、SF₆ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングで加工した。尚、分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22もSF₆ガスを反応ガスとするアッシングにより除去した。又、第2のマスク層24の材料はNi(ニッケル)として厚さは約10nmとし、イオンビームエッチングで加工した。尚、反応性イオンエッチングでは、冷却機構を用いて被加工体10を冷却し、被加工体10を1個ずつ加工した。他の条件は上記実施例と同様とした。

[0112] 第2のマスク層24、第1のマスク層22、連続記録層20の加工における被加工体10の加工温度、加工に要した時間は次のとおりであった。

[0113] 第2のマスク層24: 約90℃、約30秒(Arイオンビーム)

第1のマスク層22: 120℃以下、約20秒(反応ガスSF₆)

連続記録層20 : 250〜300℃、約60秒(反応ガスCO等)

連続記録層における磁気記録ディスクの端部からの距離とエッチングレートとの関係を図17に符号Bを付した曲線で示す。連続記録層のエッチングレートは端部に近いほど増大する傾向があることが確認された。即ち、被加工体の端部で他部よりもエッチングレートが大きく、加工寸法のばらつきが大きくなるため、例えば端部近傍の領域を磁気記録領域として使用できないことがあり、それだけ記録容量が低下することとなる。

[0114] 又、レジスト層26、第1のマスク層22、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅(溝幅)を表1に示す。

- [0115] 又、同磁気記録ディスクのMFM像を図19に示す。濃淡の度合いが異なる微細な領域が混在しているが一部は分割記録要素の周縁に沿って連続する線のような形状になっており、磁氣的な劣化が生じていることが確認された。
- [0116] 即ち、実施例の磁気記録ディスクは比較例1の磁気記録ディスクに対し、磁気特性が良好であることが確認された。これは実施例が比較例1よりも、各マスク層、連続記録層の加工に要する時間が短く、加工温度が低いためであると考えられる。尚、前述のように比較例1は連続記録層加工工程で冷却機構を用いて加工温度を抑制しており、仮に実施例と同様に冷却機構を用いずに反応性イオンエッチングで連続記録層を加工した場合、加工温度は更に上昇し、比較例1の磁気記録ディスクの磁氣的劣化は更に増大すると考えられる。
- [0117] 又、実施例の磁気記録ディスクは比較例1の磁気記録ディスクに対し、分割記録要素の形状が安定しており、部位による形状のばらつきが小さかった。これは、実施例が比較例1よりも、部位による連続記録層のエッチングレートのばらつきが小さいためであると考えられる。
- [0118] 又、表1に示されるように、実施例は比較例1に対し、レジスト層26の底面のスペース幅が等しいにも拘らず、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のスペース幅が大きかった。即ち、実施例は比較例1よりも、転写精度が良好であった。これは、実施例は第1のマスク層22の材料としてDLCを用い、第2のマスク層24の材料としてSiを用いているため、比較例1よりも、第1のマスク層22、第2のマスク層24の膜厚が薄くできており、被加工部側面のテーパ角が抑制されたためであると考えられる。

[比較例2]

上記実施例に対し、第1のマスク層の厚さを50nmとし、磁気記録ディスクを製造した。その他の条件は上記実施例と同様とした。

- [0119] 図20は、同磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真である。各分割記録要素の周縁部に沿ってエッジ状の段部が形成されていることが確認された。

[比較例3]

上記実施例に対し、第1のマスク層22、第2のマスク層24は形成しないで連続記録

層20上に直接レジスト層26を形成し、レジスト層26をマスクとしてイオンビームエッチングにより連続記録層20を所定のパターンに加工して磁気記録ディスクを製造した。その他の条件は上記実施例と同様とした。

- [0120] 図21は、同磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真である。各分割記録要素の周縁部に沿って比較例2よりも若干突出量が大きいエッジ状の段部が形成されていることが確認された。
- [0121] 即ち、実施例の磁気記録ディスクは比較例2及び3の磁気記録ディスクに対し、分割記録要素の形状が良好であることが確認された。これは実施例は、連続記録層を被覆する被覆要素が比較例2及び3よりも薄いためであると考えられる。
- [0122] 実施例では、第1のマスク層22の厚さは10nmであるので、第1のマスク層22の厚さを10nm以下とすることで、分割記録要素を良好な形状に確実に加工できることがわかる。尚、第1のマスク層22を記録層よりも薄く形成すれば、分割記録要素を概ね良好な形状に加工できると考えられている。ディスクリートラック媒体やパターンド媒体の場合、記録層の厚さとしては20nm程度が想定されているが、高面記録密度化に伴って記録層の厚さは薄くなる傾向にあり、15nm程度まで記録層を薄くすることも考えられる。従って、ディスクリートラック媒体やパターンド媒体の場合、第1のマスク層22の厚さを15nm以下とすれば、分割記録要素を概ね良好な形状に加工できると考えられる。尚、ドライエッチングにおけるマスク層としての機能を果たすためには、第1のマスク層22は少なくとも3nm以上の厚さに形成することが好ましい。

産業上の利用可能性

- [0123] 本発明は、多数の分割記録要素に分割された記録層を備える磁気記録媒体の製造に利用することができる。

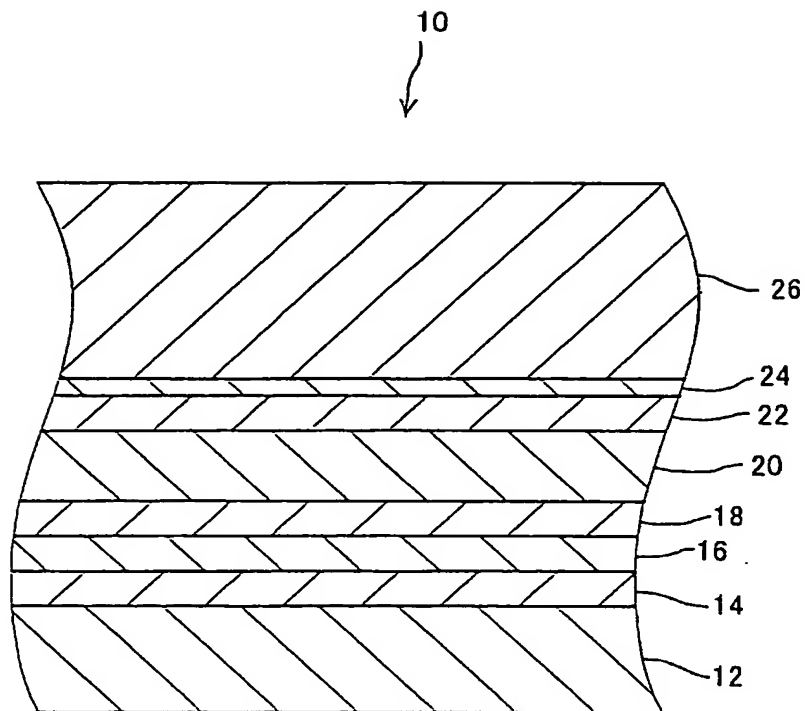
請求の範囲

- [1] 基板表面上に連続記録層、マスク層、レジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、前記レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、前記マスク層上の前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程と、前記マスク層に基づいてドライエッチングにより前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含んでなり、前記連続記録層加工工程の前に前記レジスト層除去工程を実行するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [2] 請求項1において、
前記マスク層は、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層を含む構成とし、この層を前記連続記録層よりも薄く形成したことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [3] 請求項2において、
前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の厚さ t を、 $3 \leq t \leq 15\text{nm}$ としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [4] 請求項2において、
前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の厚さ t を、 $3 \leq t \leq 10\text{nm}$ としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [5] 請求項2乃至4のいずれかにおいて、
前記マスク層の、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い層の材料をダイヤモンドライクカーボンとしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [6] 請求項1乃至5のいずれかにおいて、
前記連続記録層加工工程は、イオンビームエッチングを用いて前記連続記録層を加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

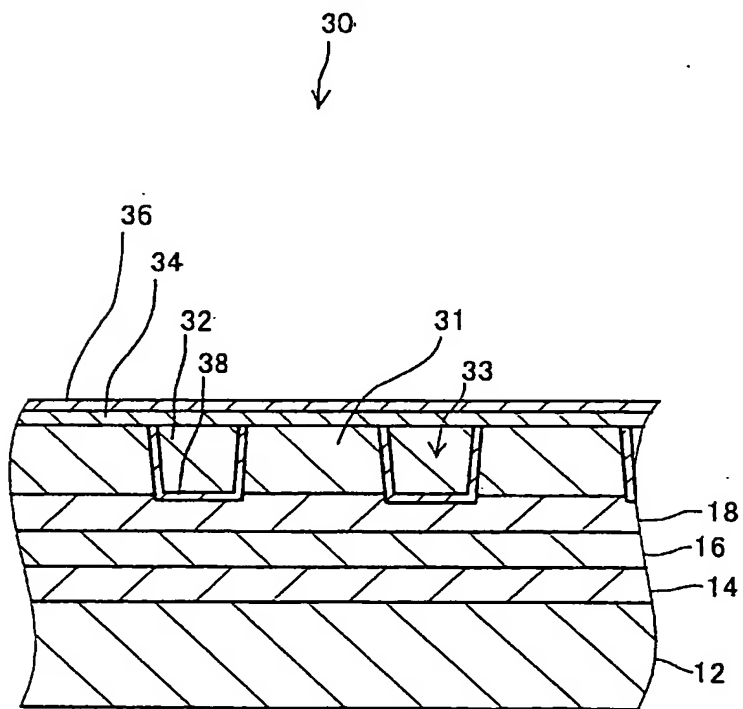
- [7] 請求項1乃至6のいずれかにおいて、
前記マスク層は、前記連続記録層加工工程におけるエッチングレートが前記連続記録層よりも低い第1のマスク層と、前記レジスト層除去工程におけるエッチングレートが前記第1のマスク層よりも低く、前記第1のマスク層及び前記レジスト層の間に配置された第2のマスク層と、を含む構成とし、前記マスク層加工工程は、前記レジスト層に基づいて前記第2のマスク層を前記パターン形状に加工する第2のマスク層加工工程と、該第2のマスク層に基づいて前記第1のマスク層を前記パターン形状に加工する第1のマスク層加工工程と、を含む構成としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [8] 請求項7において、
前記レジスト層除去工程が前記第1のマスク層加工工程を兼ねるようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [9] 請求項8において、
前記レジスト層除去工程は、酸素及びオゾンのいずれかを反応ガスとする反応性イオンエッチングを用いて前記レジスト層を除去すると共に前記マスク層を加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [10] 請求項8又は9において、
前記連続記録層加工工程で前記第1のマスク層上の前記第2のマスク層が除去されるように、該第2のマスク層は、膜厚が十分に薄い構成、及び／又は材料が前記連続記録層加工工程において前記連続記録層の材料よりも高いエッチングレートを有する材料である構成としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [11] 請求項8乃至10のいずれかにおいて、
前記第2のマスク層の材料をケイ素及びケイ素の化合物の少なくとも一方からなるケイ素系材料としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [12] 請求項8乃至11のいずれかにおいて、
前記第2のマスク層加工工程は、フッ素系ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを用いて前記第2のマスク層を加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

- [13] 請求項1乃至12のいずれかにおいて、
前記レジスト層加工工程は、インプリント法を用いて前記レジスト層を加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [14] 請求項1乃至13のいずれかにおいて、
前記被加工体を複数同時に加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [15] 基板表面上に連続記録層、マスク層、レジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、前記レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、前記マスク層上の前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程と、前記マスク層に基づいてイオンビームエッチングにより前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含んでなり、前記連続記録層加工工程の前に前記レジスト層除去工程を実行するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [16] 請求項1乃至15のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法を実行するための加工装置と、複数の前記被加工体を同時に保持するためのホルダと、を備え、複数の前記被加工体を同時に加工可能としたことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [17] 請求項16において、
前記連続記録層を加工するためのイオンビームエッチング装置を備えることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。

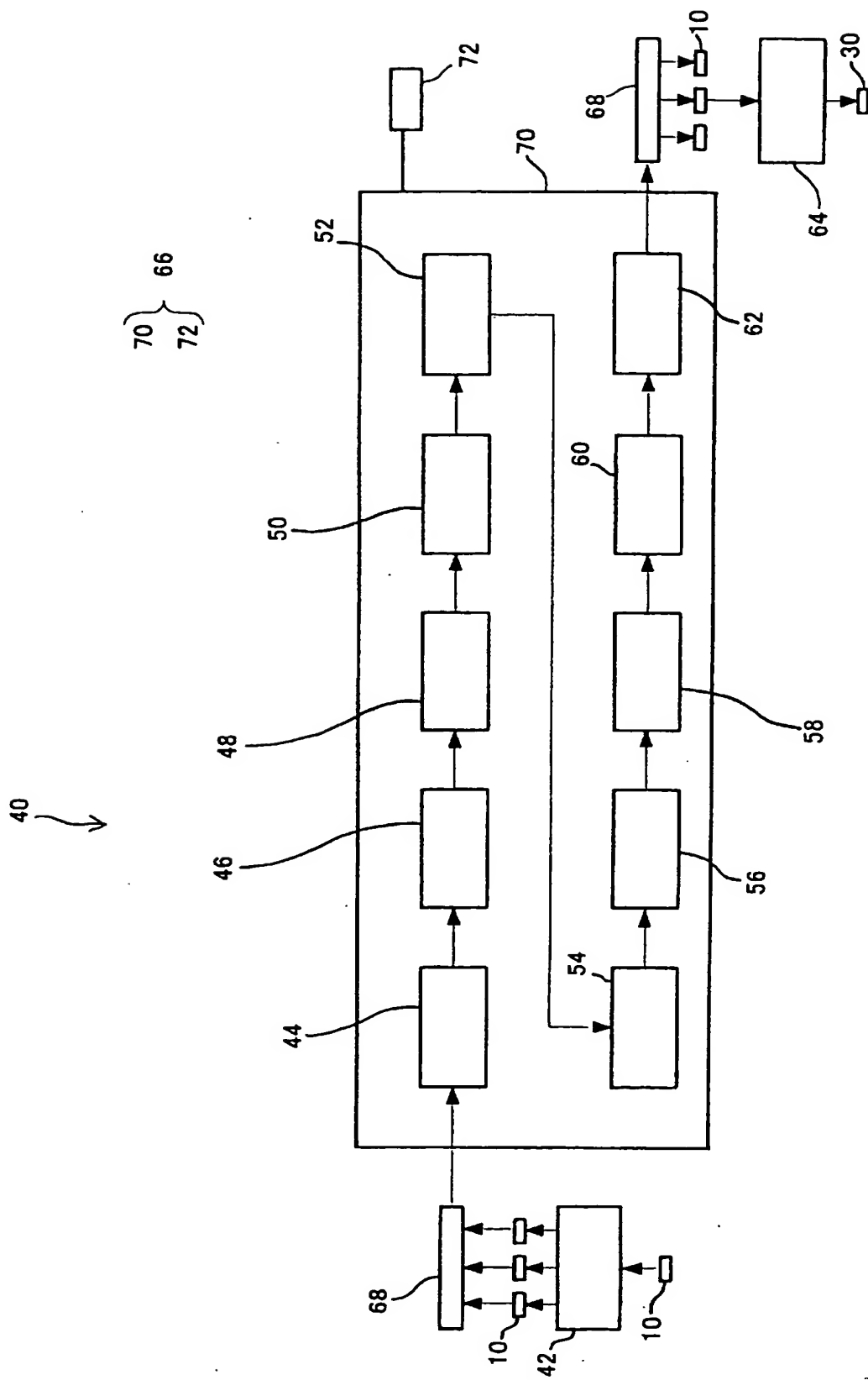
[図1]



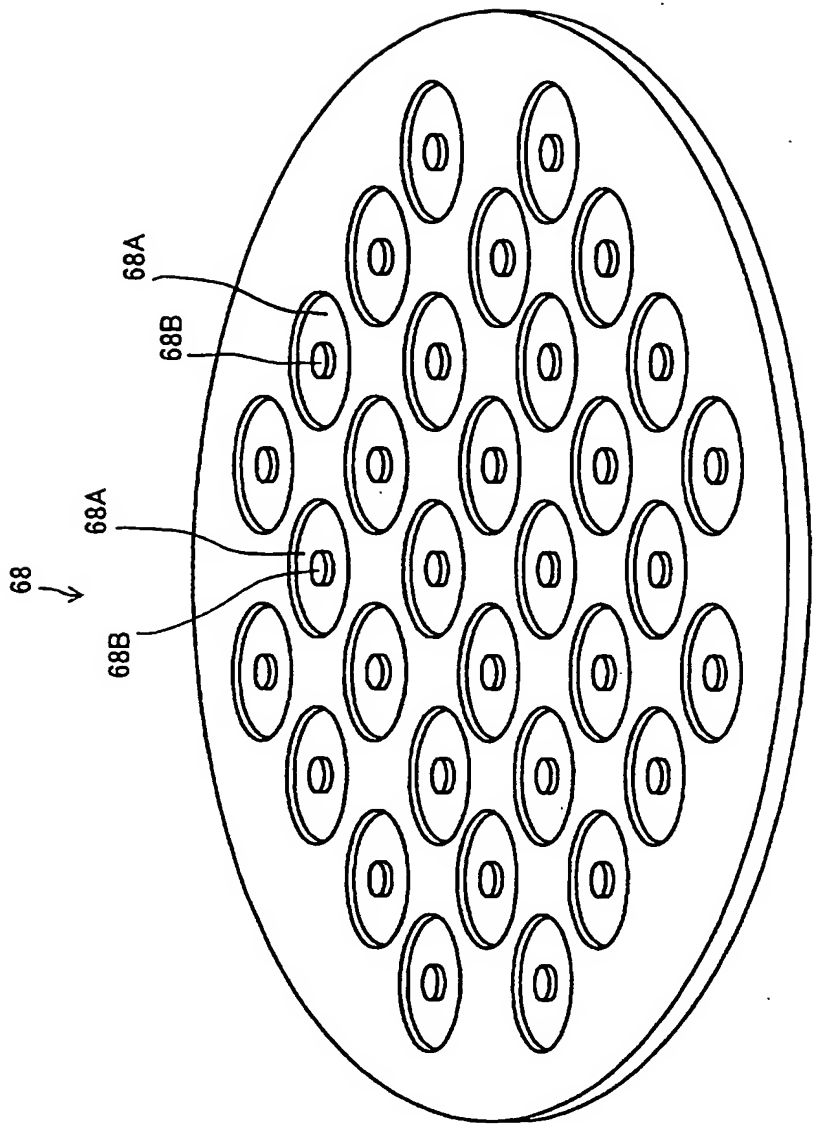
[図2]



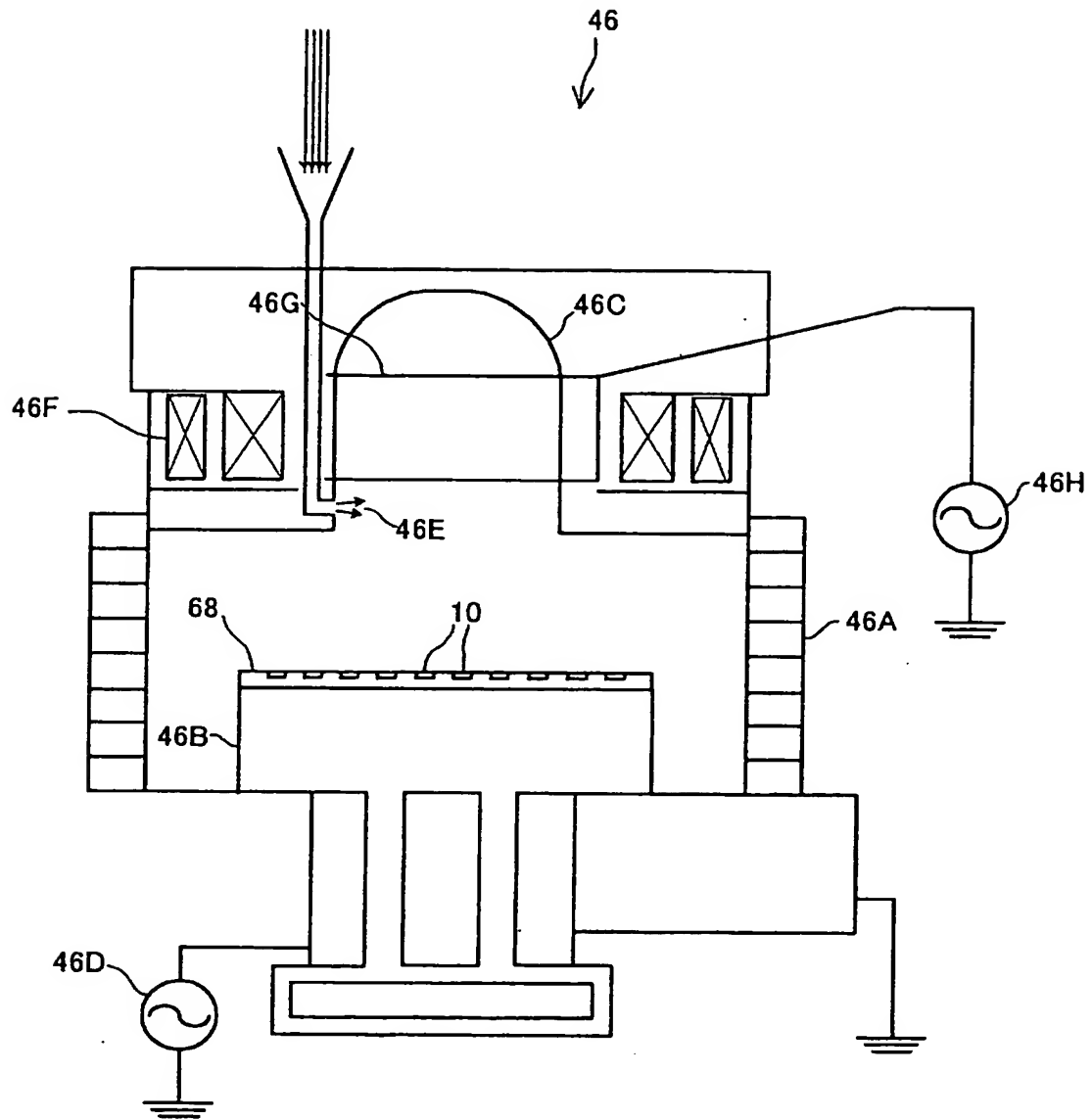
[図3]



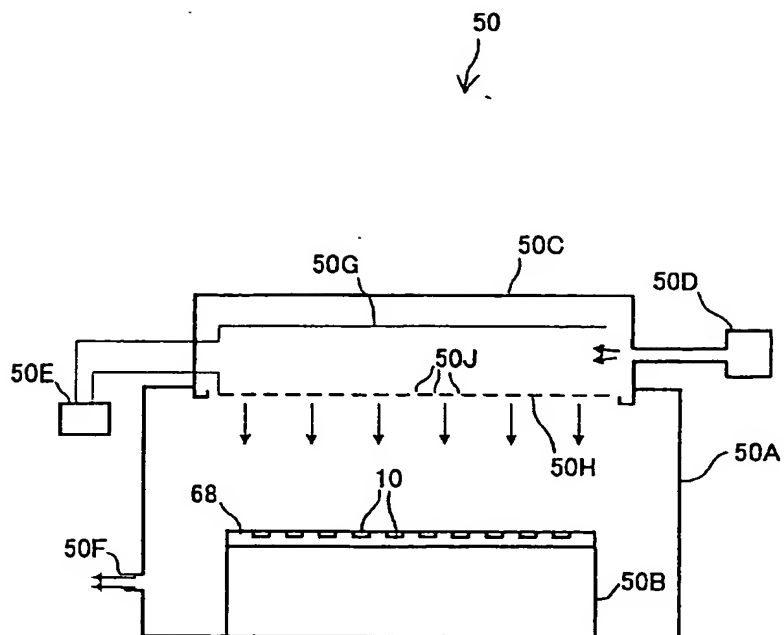
[図4]



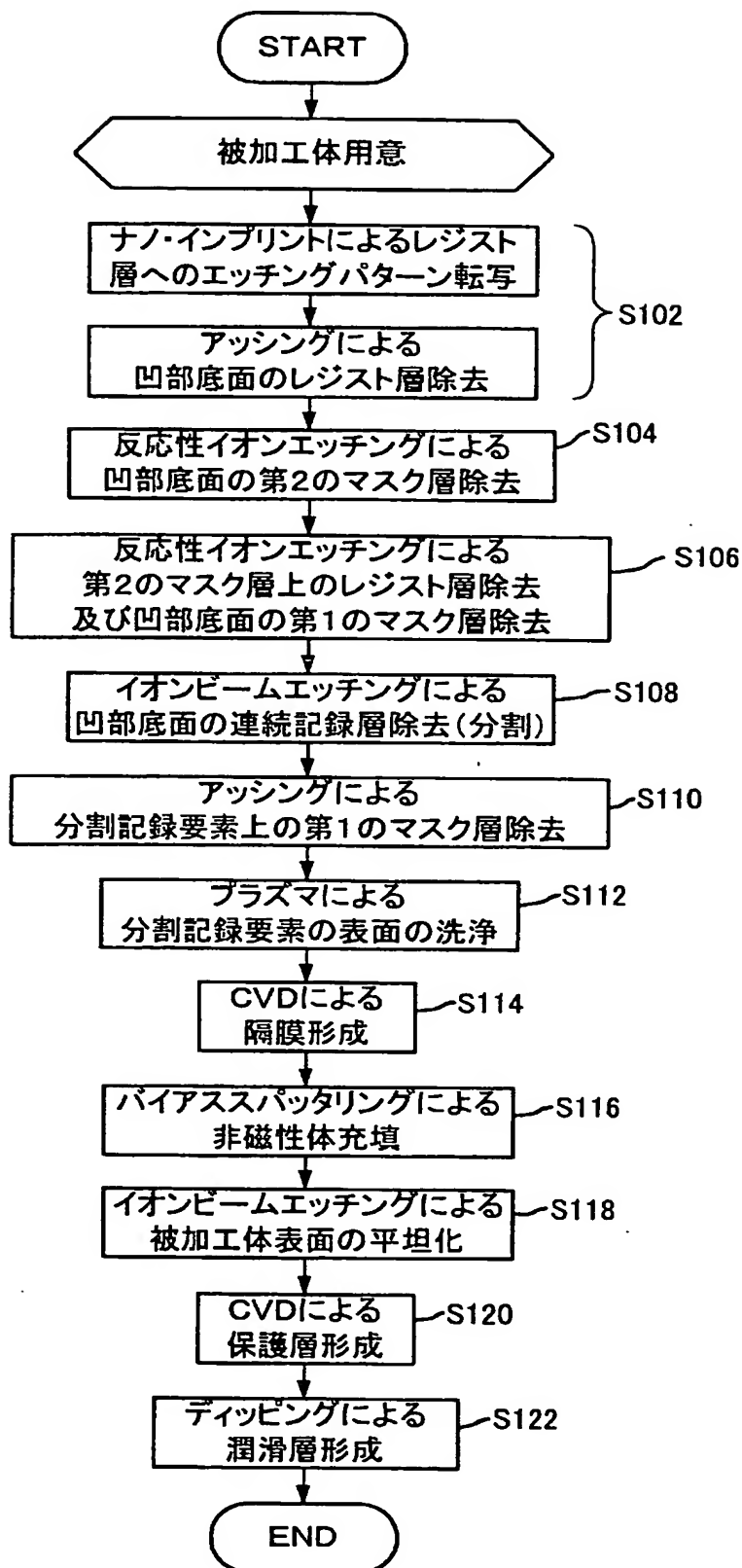
[図5]



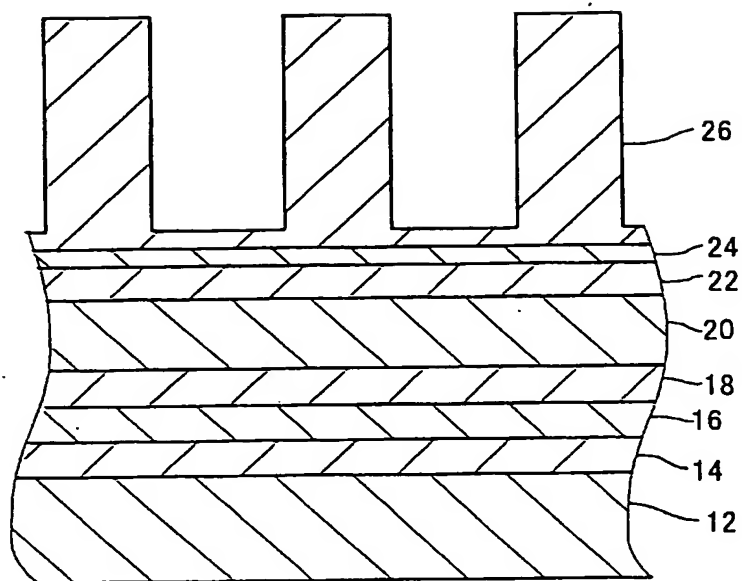
[図6]



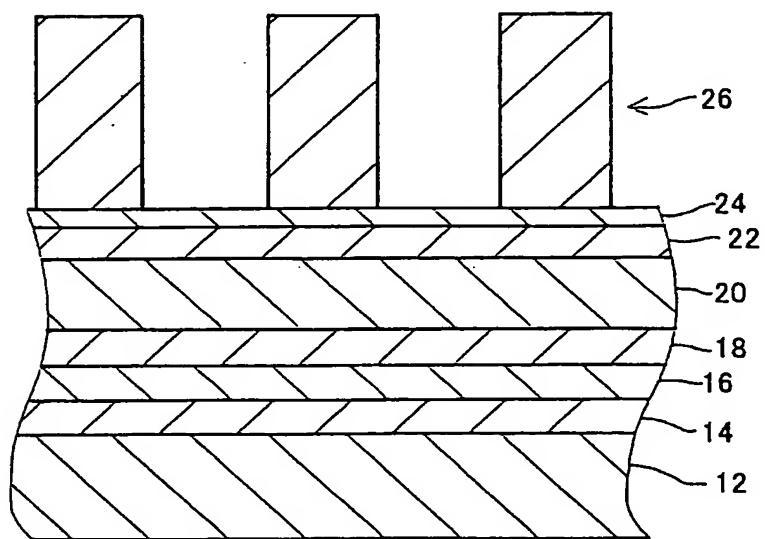
[図7]



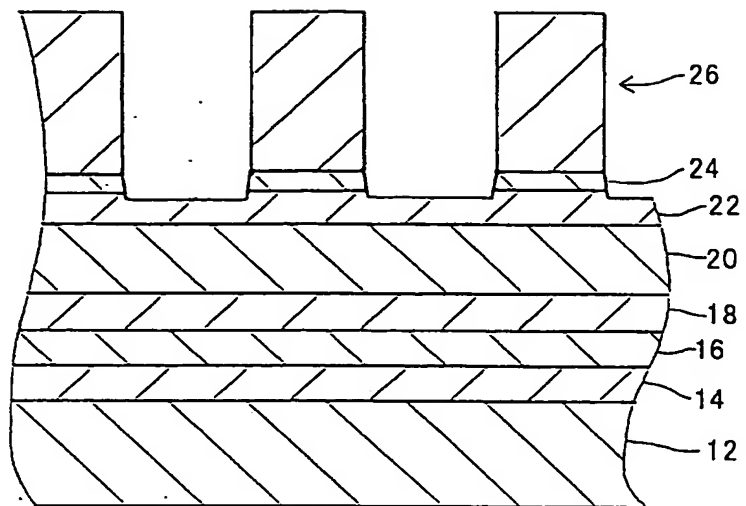
[図8]



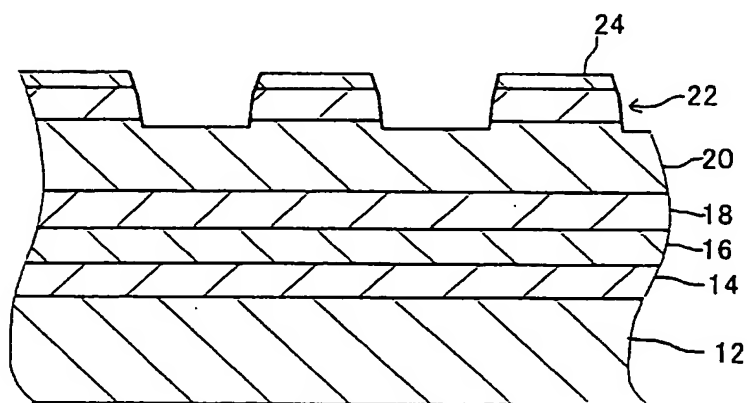
[図9]



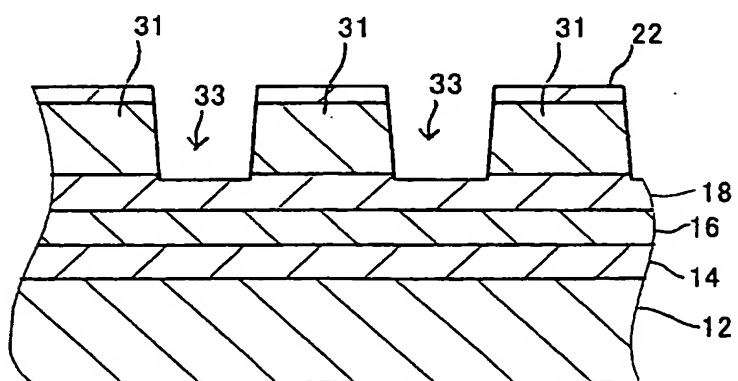
[図10]



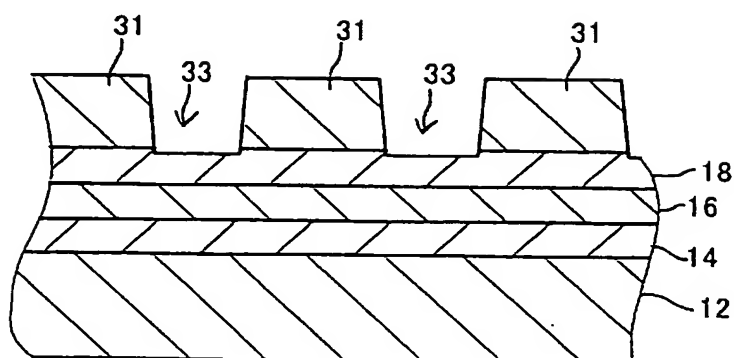
[図11]



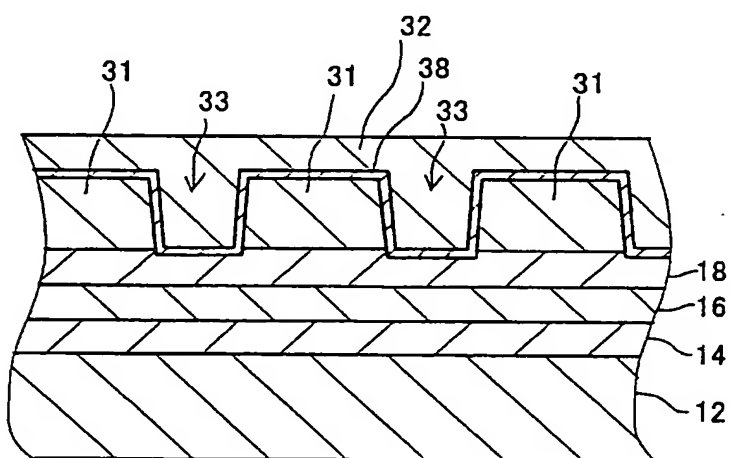
[図12]



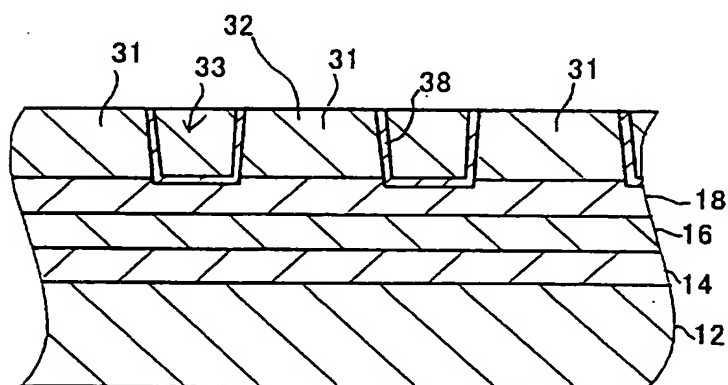
[図13]



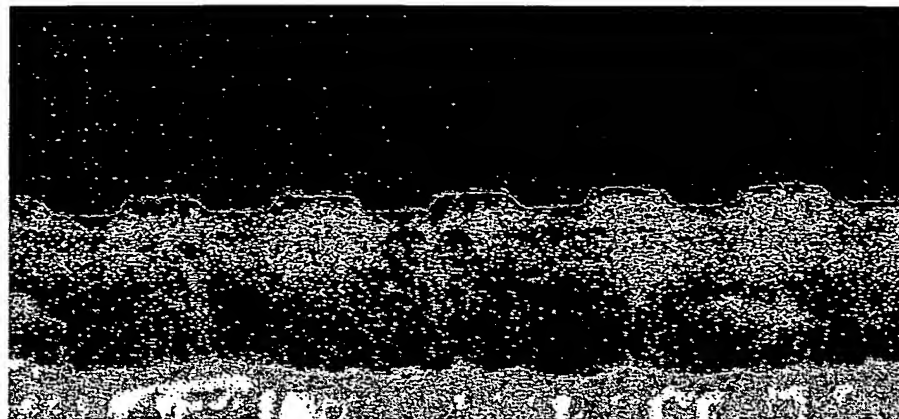
[図14]



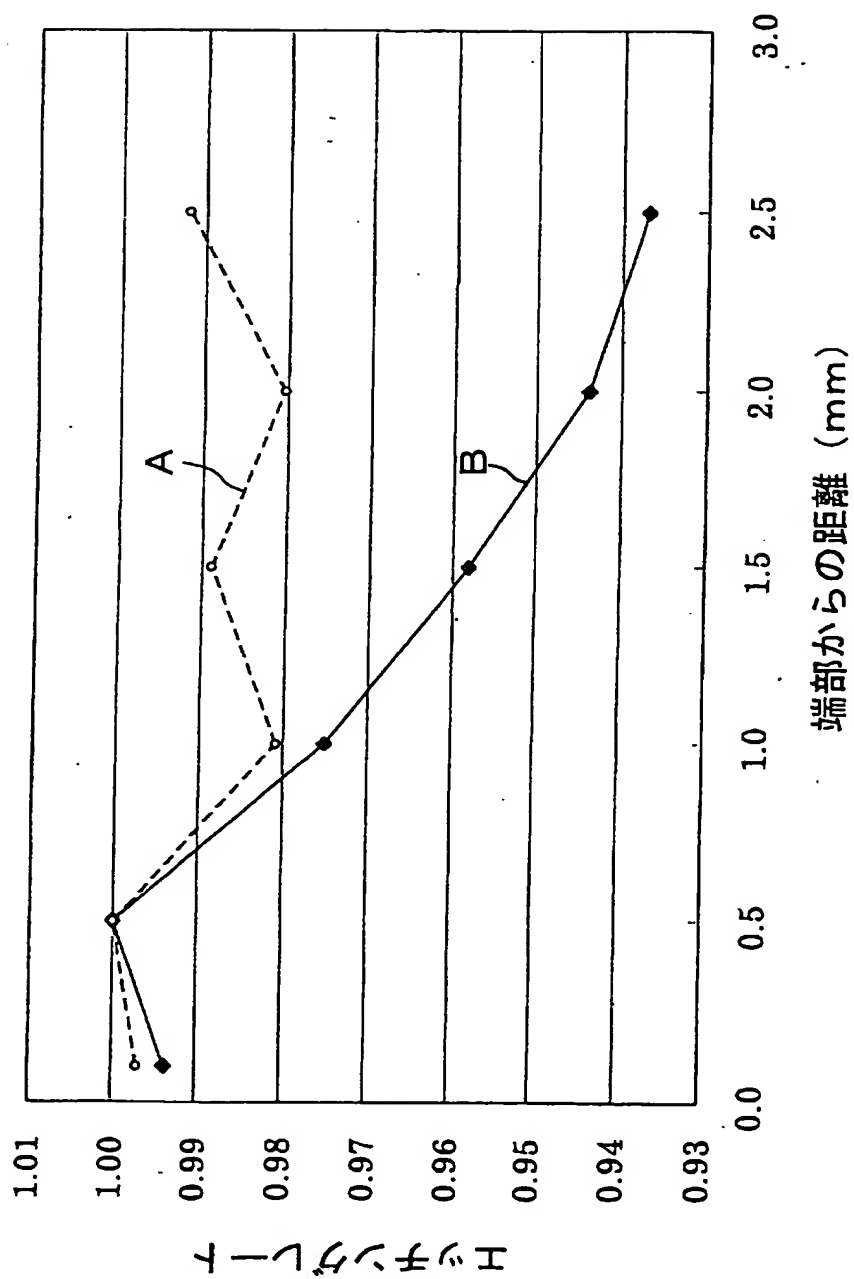
[図15]



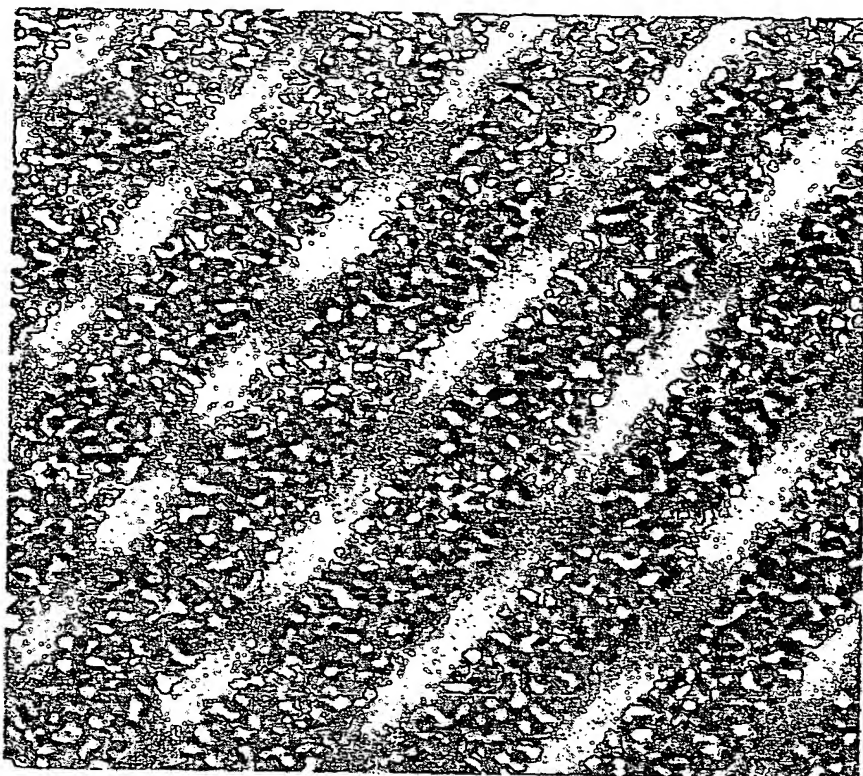
[図16]



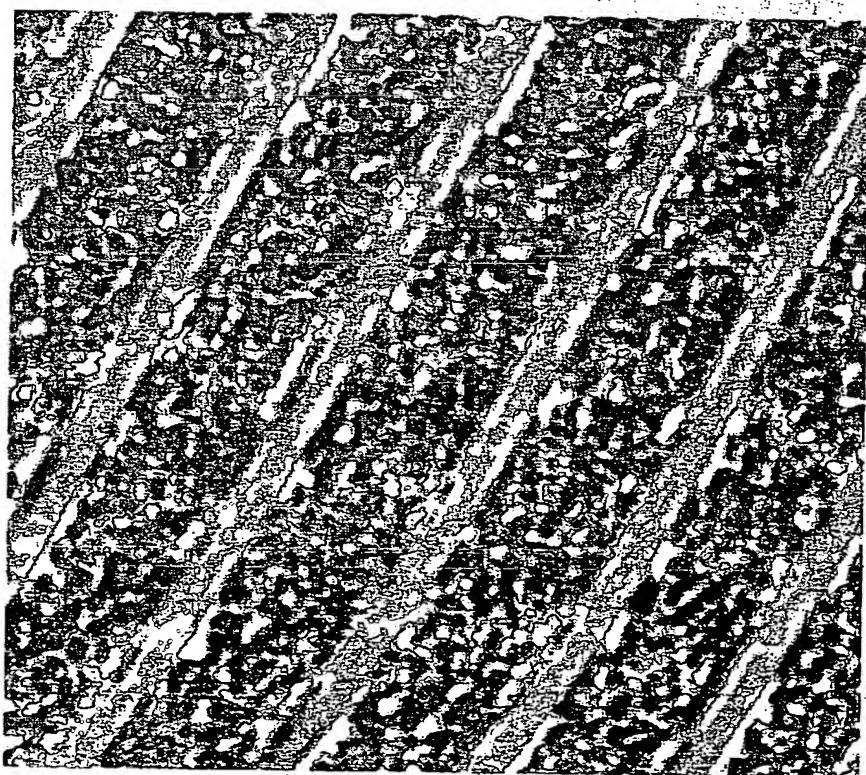
[図17]



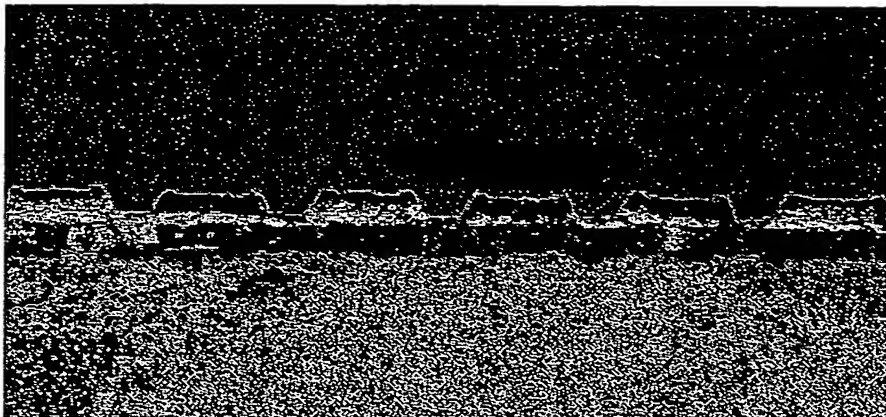
[図18]



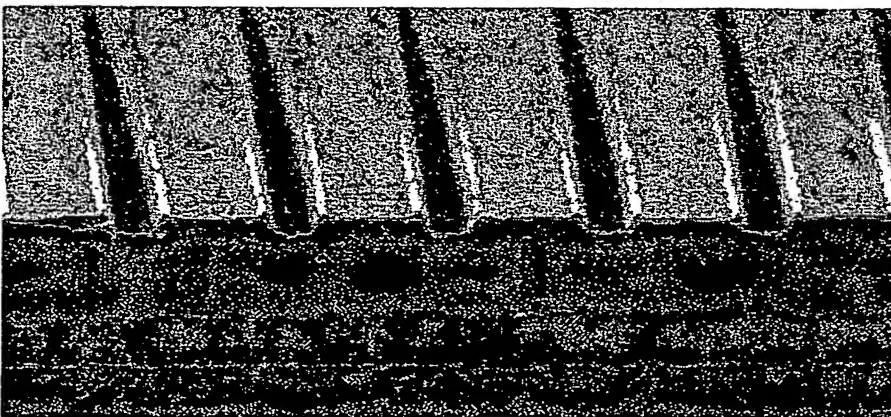
[図19]



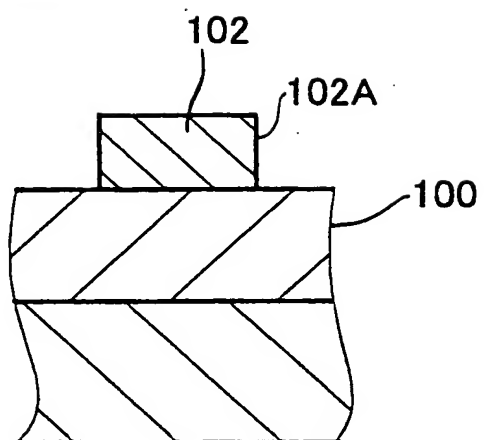
[図20]



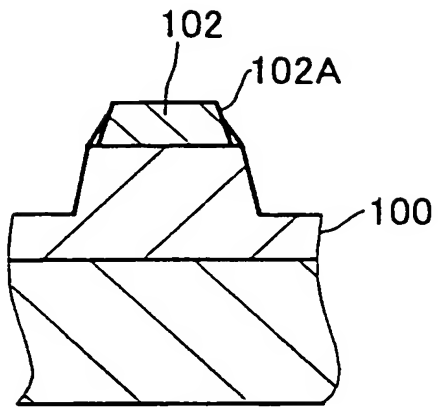
[図21]



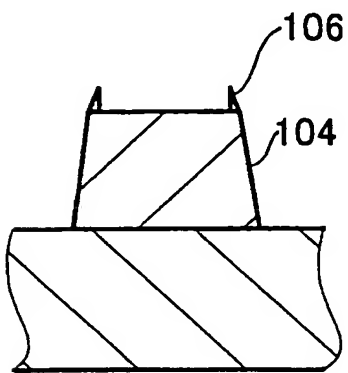
[図22A]



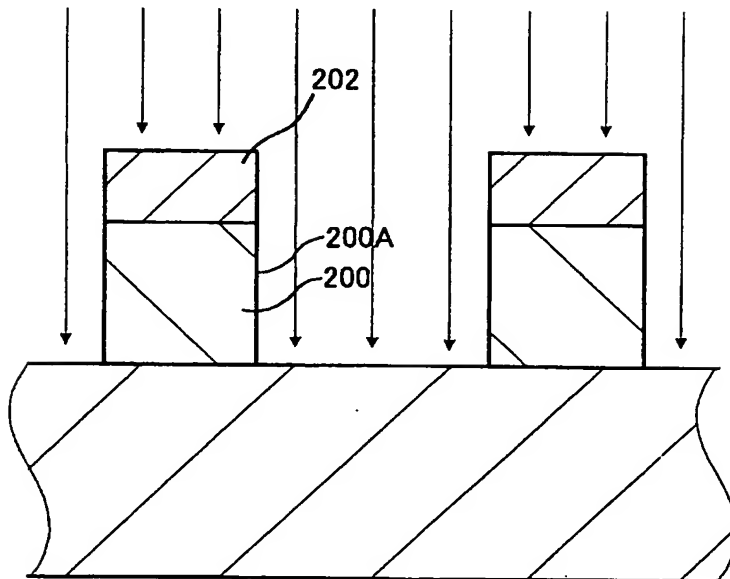
[図22B]



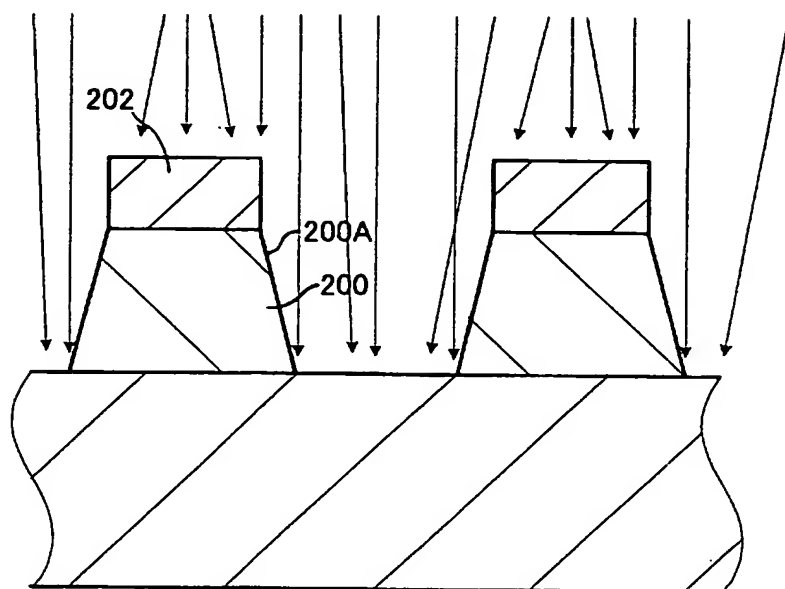
[図22C]



[図23A]



[図23B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B5/84, 5/855

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B5/84-5/858, 7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-167420 A (TDK Corp.), 22 June, 2001 (22.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
Y	JP 9-97419 A (Toshiba Corp.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text; all drawings & US 6014296 A	1-17
Y	JP 2003-157520 A (Toshiba Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & US 2003/0127007 A1	1-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 August, 2004 (26.08.04)Date of mailing of the international search report
14 September, 2004 (14.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010710

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-40219 A (Hitachi, Ltd.), 21 February, 1991 (21.02.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
Y	JP 9-106584 A (NEC Corp.), 22 April, 1997 (22.04.97), Full text; all drawings & US 6228562 B1	1-17
Y	JP 2001-243665 A (Canon Inc.), 07 September, 2001 (07.09.01), Full text; all drawings & US 6653057 B1	1-17
Y	JP 61-240452 A (Eastman Kodak Co.), 25 October, 1986 (25.10.86), Full text; all drawings & WO 86/06203 A1 & US 4632898 A	1-17
Y	JP 57-30130 A (Hitachi, Ltd.), 18 February, 1982 (18.02.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/84, 5/855

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/84-5/858, 7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-167420 A (ティーディーケー株式会社) 2001. 06. 22 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
Y	J P 9-97419 A (株式会社東芝) 1997. 04. 08 全文、全図 & US 6014296 A	1-17
Y	J P 2003-157520 A (株式会社東芝) 2003. 05. 30 全文、全図 & US 2003/0127007 A1	1-17

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 08. 2004

国際調査報告の発送日

14. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

橋 均憲

5 D

3045

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 3-40219 A (株式会社日立製作所) 1991. 02. 21 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
Y	J P 9-106584 A (日本電気株式会社) 1997. 04. 22 全文、全図 & US 6228562 B1	1-17
Y	J P 2001-243665 A (キャノン株式会社) 2001. 09. 07 全文、全図 & US 6653057 B1	1-17
Y	J P 61-240452 A (イーストマン・コダック・カンパニー) 1986. 10. 25 全文、全図 & WO 86/06203 A1 & US 4632898 A	1-17
Y	J P 57-30130 A (株式会社日立製作所) 1982. 02. 18 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.